

Una mirada a los efectos Doppler e Interferencia de ondas

Estos efectos, que pueden ser observados en la vida cotidiana, tienen además interesantes aplicaciones prácticas.

Efecto Doppler en sonido

Si estamos en una estación de trenes y oímos el silbato de uno que se acerca, o si caminando por una vereda oímos la sirena de una ambulancia que se nos aproxima rápidamente, percibimos que los sonidos agudos cambian abruptamente de tono al rebasarnos, haciéndose más graves. Esto indica un cambio en la frecuencia de la onda de sonido. A este fenómeno se le conoce como efecto Doppler en honor a Christian Doppler¹, quien lo analizó y lo explicó en 1842. Analicemos lo que ocurre: si la ambulancia está detenida, el sonido de la sirena se oye con el mismo tono desde cualquier punto, porque se trata de una fuente sonora

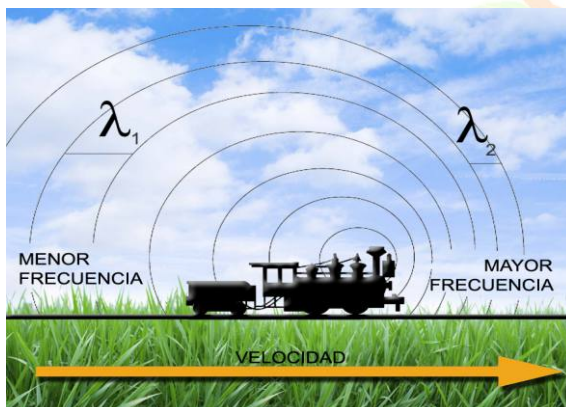


Fig.1 Efecto Doppler en sonido

que emite ondas en todas direcciones y a la misma velocidad. Pero si la ambulancia se mueve entre dos personas, éstas oirán el sonido de manera diferente. Para quien percibe la sirena de la ambulancia alejándose, el sonido es más grave. Esto se debe a que la separación de las ondas sonoras se incrementa por la velocidad del móvil, y por lo tanto su frecuencia disminuye. Sin embargo, para el observador que oye la ambulancia acercándose, el sonido será más agudo, pues las ondas sonoras, sumadas a la velocidad del vehículo, le llegan con mayor frecuencia (Ver Fig.1). Cabe aclarar que este fenómeno no hace variar la intensidad del sonido sino su tono, ya que la intensidad depende de la amplitud de la onda, no de su frecuencia.

Experiencia práctica

En Internet se pueden hallar muchos experi-



autor:

Roberto Ributtini

Ingeniero electromecánico
con orientación electrónica
(UBA)

Docente INSPT (UTN)

Consultor de FAE,
CONUAR y CNEA

mentos de sencilla realización para comprobar este efecto. Uno de ellos consiste en utilizar como materiales una tabla de madera de aproximadamente 80 cm de largo, con una manija en el extremo y un zumbador o "buzzer" conectado con cables a una batería de 9 V. Haciendo girar el aparato, se podrá apreciar que el sonido emitido por el "buzzer" parecerá que aumenta y baja de frecuencia, según se acerque o se aleje del observador, respectivamente.

Efecto Doppler en la luz

El efecto Doppler es un fenómeno natural para todo movimiento ondulatorio, por lo que se aplica no sólo al sonido, sino también a otros fenómenos, como la luz. Corrimientos en la longitud de onda de la luz nos permiten saber si un móvil se aleja o se acerca a un observador y a qué velocidad lo hace. Esto resulta muy útil en el caso de objetos lejanos como las estrellas y las galaxias, que sólo nos ofrecen información a través del espectro de luz que llega hasta nosotros. El efecto Doppler es lo que explica lo que se conoce como corrimiento al rojo ("redshift") de las líneas del espectro luminoso y que se refiere a su desplazamiento hacia longitudes de onda mayores, es decir, hacia el extremo rojo del espectro, en los cuerpos celestes que se alejan de la Tierra. Por ejemplo, para el caso de una galaxia que se aleja, las líneas que normalmente se encuentran en la región de color violeta, se desplazan hacia el extremo rojo del espectro. En el caso de cuerpos que se acercan a la Tierra, el efecto es inverso y se le llama corrimiento al azul ("blueshift"). El astrónomo Edwin Hubble lo usó para confirmar que la mayoría de las galaxias se alejan de la Tierra, de manera que el universo se encuentra en una continua expansión.

Aplicaciones

Este efecto tiene numerosas aplicaciones en la vida cotidiana, en todos los casos en que se deba medir la velocidad de un cuerpo o de

un fluido. En medicina, el efecto Doppler ha permitido el desarrollo de equipos de ultrasonido que permiten el estudio de la dinámica sanguínea (Eco Doppler) dentro de los vasos, y la evaluación de válvulas y otras estructuras cardiovasculares. En astronomía, se usa para medir la velocidad de rotación y traslación de los astros. Además, es indispensable para el sistema posicionador GPS. También se usa en el radar Doppler o el Lidar² (basado en el "Laser"), usados en el control de velocidad de vehículos en ruta.

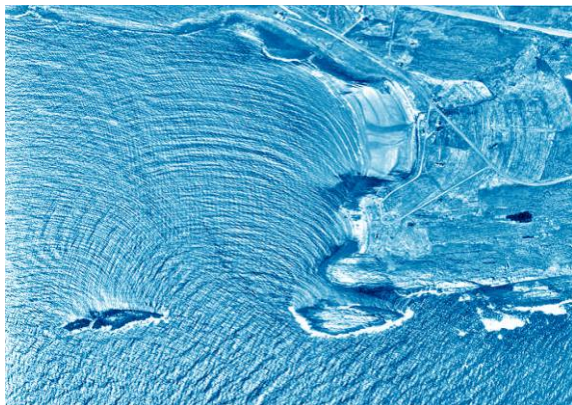


Fig.2 Interferencia en ondas del mar

La interferencia

La interferencia es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua, etc. Asociado con la interferencia se tiene el fenómeno de la difracción, que se aplica cuando existe un gran número de fuentes luminosas. El término difracción viene del latín "diffractus" que significa quebrado. La etimología alude al fenómeno por el que una onda puede contornear un obstáculo en su propagación, alejándose del comportamiento de rayos rectilíneos.

Un gran físico, Richard Feynman, expresó: "nadie ha sido capaz de definir la diferencia entre interferencia y difracción satisfactoriamente. Es sólo una cuestión de uso y no hay diferencia física importante entre ellos". Sugirió que cuando hay sólo dos fuentes sea llamado interferencia y si hay más de dos, difracción.

Cuando ondas paralelas se acercan a una abertura en un obstáculo, son difractadas por la misma. Un excelente ejemplo se muestra en la imagen del mar (Fig.2). Las olas que llegan de la parte inferior derecha de la imagen se difractan a través de la brecha entre las islas. Una red de difracción consiste en una superficie reflectante grabada con muchas rayas o

rendijas finas, muy próximas entre sí, del orden de 6.000 por centímetro. Cuando la luz incide sobre la superficie de la red, cada una de estas rendijas se convierte en un emisor secundario, dispersando la luz en todas direcciones. Hay una dirección en la que las ondas luminosas se refuerzan unas a otras, donde las ondas dispersadas por una rendija se hayan exactamente en fase con las dispersadas por la contigua. Esta dirección depende de la longitud de onda de la luz. Si la luz blanca incide sobre la red de difracción perpendicularmente a su superficie, la luz dispersada o difractada forma con la perpendicular un determinado ángulo según las longitudes de onda, lo que puede hacer separar los diferentes colores que la componen.

Experiencia práctica

Se puede medir la longitud de onda de la luz usando un puntero láser y un CD (no DVD) cuya superficie actúa como red de difracción. La luz del puntero láser se refleja en el CD y ésta es proyectada (difractada) en una pantalla. Por medio de este dispositivo, una distancia un millón de veces menor a un metro puede medirse utilizando una regla común.

Aplicaciones

Este fenómeno se aprovecha en espectrómetros para el análisis químico y mediciones de distancia ultraprecisas. La difracción de rayos X permiten estudiar estructuras de sustancias cristalinas. También es utilizado en holografía y láser. En astronomía se usa para medir velocidades estelares y distancias. En acústica se utiliza en la reverberación de sonidos y cancelación de ruidos. También se emplea en lámparas dicroicas, en instrumental con fibra óptica y además, se observa en el Arco Iris.

Doppler e interferencia nuclear

En radiaciones ionizantes también se pueden observar estos dos fenómenos en varias situaciones. El efecto Doppler aparece como realimentación negativa en la operación de un reactor nuclear, ya que el mismo ayuda a reducir la cantidad de neutrones durante un aumento rápido de potencia. La difracción de rayos X fue la técnica empleada en 1953 por la científica Rosalind Franklin para obtener una famosa imagen de la molécula de ADN, que fue la base para postular su estructura de doble hélice.

ABREVIATURAS

UTN: Universidad Tecnológica Nacional

INSPT: Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

REFERENCIAS

1 Matemático y físico austriaco (1803-1883).

2 Acrónimo en inglés de Laser Imaging Detection and Ranging. Lidar es una tecnología que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie, utilizando un haz láser pulsado.



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds

Av. del Libertador 8250 - (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2016 ISBN: 978-987-1323-12-8